

ICS 91.100.30
CCS Q 14

TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXX—2022

混凝土预制构件智能工厂
装配式路面

Concrete prefabricated component intelligent factory
—Prefabricated pavement

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中 国 技 术 市 场 协 会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。

TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。

TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本标准著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本标准。

第三方机构依据本标准开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市丰台区万丰路 68 号银座和谐广场 1101B

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 综述	2
4.1 目的	2
4.2 结构组成	2
4.3 基本条件	2
5 基本要求	2
6 系统构成要求	2
7 智能工厂应用规划与建设	3
7.1 智能工厂分阶段总体规划与建设	3
7.2 智能工厂信息化总体规划与建设	3
7.3 智能化功能设计	3
7.4 数据采集规划	3
8 智能化生产工艺流程	3
8.1 自动清理模板	3
8.2 自动安装模板	4
8.3 自动喷涂脱模剂	4
8.4 自动加工钢筋及钢筋笼	4
8.5 自动安装钢筋及预埋件	4
8.6 智能布料	4
8.7 自动振捣	4
8.8 自动抹面收光	4
8.9 智能蒸养	4
8.10 自动拆除模板	5
8.11 智能检测与自动标识	5
8.12 智能喷淋养护	5
9 智能检测及质量控制	5
9.1 智能检测要求	5

9.2	成品质量缺陷	5
9.3	质量保证措施	6
10	能效检测	6
11	网络与信息安全	6

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件为混凝土预制构件智能工厂系列标准之一，该系列文件包括：

- T/TMAC 012.1—2019 混凝土预制构件智能工厂 通则；
- T/TMAC 012.2—2019 混凝土预制构件智能工厂 装配式建筑；
- T/TMAC 012.3—2019 混凝土预制构件智能工厂 双块式轨枕；
- T/TMAC 012.4—2019 混凝土预制构件智能工厂 预制盾构管片；
- T/TMAC 012.5—2019 混凝土预制构件智能工厂 小型预制件；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式盖梁；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式节段梁；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式桥墩；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 装配式路面；
- T/TMAC XXX—2022 混凝土预制构件智能工厂 综合管廊。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由北京好运达智创科技有限公司提出。

本文件由中国技术市场协会归口并负责管理。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

当前我国混凝土预制产业，由于没有有效的智能工厂生产规范，导致混凝土预制产业的信息化与智能化发展程度不够，技术与理念落后，与国家智能制造战略规划和实现制造强国愿景相距甚远。面对政策需求和新一代信息技术发展的趋势，亟待有一套完整的、先进的混凝土预制构件智能工厂技术标准来指导并规范产业发展，《混凝土预制构件智能工厂》系列文件由此应运而生，通过切实可行的智能工厂技术规范，促进混凝土预制产业智能化发展。

本系列文件提出了混凝土预制构件智能工厂的基本建设与技术要求，其中着重规范了智能工厂系统构成的基本架构、智能装备和生产工艺流程要求，帮助企业树立智能化发展和精益化管理的理念与目标，实现产业转型升级。

本文件为《混凝土预制构件智能工厂》系列文件中的《装配式路面》部分，规定了装配式路面混凝土预制构件智能工厂的系统构成要求、智能工厂应用规划与建设、智能化生产工艺流程、智能检测及质量控制等内容。与其他系列文件互为补充，共同构成了完善的、全面的，涵盖从双块式轨枕、小型预制构件等小部品混凝土构件到装配式盖梁、节段梁、桥墩等大尺寸构件的智能化生产技术标准。

本系列文件可以对现有国家智能制造标准体系进行有效补充和完善。通过本系列文件，积极推进混凝土预制企业实施智能化发展与精益化管理，应用机器人、机器视觉、人工智能、大数据及物联网等智能信息化技术手段，改造传统混凝土预制产业的生产模式和管理方式，实现混凝土预制构件智能化生产，并可通过标准进行推广应用，推动行业变革与产业发展。

混凝土预制构件智能工厂 装配式路面

1 范围

本文件规定了装配式路面混凝土预制构件智能工厂的基本要求、系统构成要求、智能工厂应用规划与建设、智能化生产工艺流程、智能检测及质量控制、能效检测、网络与信息安全等内容。

本文件适用于基建、住建、市政工程等领域普通装配式混凝土路面预制构件的智能化生产预制。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JGJ 18—2012 钢筋焊接及验收规程

T/TMAC 012.1—2019 混凝土预制构件智能工厂 通则

3 术语和定义

T/TMAC 012.1—2019 界定的术语及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混凝土预制构件（预制构件） concrete prefabricated component

在工厂或现场预先生产成型的混凝土构件。

[来源：T/TMAC 012.1—2019，2.1]

3.2

智能工厂 intelligent factory

通过系统集成、数据互通、人机交互、柔性制造，以及信息分析优化等手段，实现从产品设计到销售，从设备控制到企业资源管理所有环节的数字化、自动化和智能化的制造工厂。

[来源：T/TMAC 012.1—2019，2.2]

3.3

装配式路面 prefabricated pavement

由工厂生产预制并在施工现场装配而成的可多次重复使用的道路路面。

4 综述

4.1 目的

装配式路面混凝土预制构件智能工厂以无人或少人辅助作业为原则，通过智能化、自动化设备进行生产。利用物联网、云计算、大数据、机器视觉、故障预测与健康管理的（PHM）等新一代信息技术，构建智能、高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化混凝土预制构件工厂，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等于一体，实现生产、管理和决策的智能优化，提高生产效率、提升产品质量。

4.2 结构组成

装配式路面智能工厂的结构组成见图 1。



图 1 装配式路面智能工厂的结构组成

4.3 基本条件

应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 3.3 规定的要求。

5 基本要求

装配式路面智能工厂的基本要求包括设施互联、系统互通、数据互换、信息集成、技术指标，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 4.1—4.5 规定的要求。

6 系统构成要求

装配式路面智能工厂的系统构成包括中央控制系统、动力提供系统、生产执行系统、原料供应系统、生产监控系统、质量控制系统、信息采集系统、文档管理系统，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 5.1—5.8 规定的要求。

7 智能工厂应用规划与建设

7.1 智能工厂分阶段总体规划与建设

装配式路面智能工厂的分阶段总体规划与建设见图 2。



图 2 智能工厂分阶段总体规划与建设图

7.2 智能工厂信息化总体规划与建设

装配式路面智能工厂的信息化总体规划与建设应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.2 规定的要求。

7.3 智能化功能设计

装配式路面智能工厂的智能化功能设计应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.3 规定的要求。

7.4 数据采集规划

装配式路面智能工厂的数据采集规划应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 6.4 规定的要求。

8 智能化生产工艺流程

8.1 自动清理模板

8.1.1 模板清理应采用自动化模板清理打磨设备，在不损伤模板的前提下，将模板模具内壁上的残留混凝土清理打磨掉。

8.1.2 自动化模板清理设备还应具有残渣自动吸附功能，可以将清除打磨掉的残渣自动吸附干净。

8.2 自动安装模板

8.2.1 模板安装应采用自动化模板安装设备，保证钢模板拼装严密、牢固，要求不漏浆、加固牢靠，能够抵抗振动和偶然的撞击。

8.2.2 模板拼装完成后，设备应能够自动进行检查，确保混凝土预制构件的形状、尺寸符合要求。

8.3 自动喷涂脱模剂

8.3.1 自动喷涂脱模剂应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 7.2 规定的要求。

8.3.2 应能够自动适应不同型号模板的喷涂功能。

8.4 自动加工钢筋及钢筋笼

8.4.1 钢筋加工采用全自动钢筋加工设备完成，应满足预制构件钢筋调直、切断、弯曲等精度要求。

8.4.2 钢筋笼焊接通过自动钢筋绑扎胎具定位，自动点焊成形。

8.4.3 钢筋焊接及验收应符合 JGJ 18—2012 规定的要求。

8.5 自动安装钢筋及预埋件

8.5.1 钢筋及预埋件自动安装设备应准确安放钢筋笼和预埋件到预设位置，自动安装设备应能够自动适应不同模具模板的安装放置功能。

8.5.2 安放后设备应及时对钢筋保护层厚度、预埋件位置等进行自检，合格后方可进入下一步工序流程。

8.6 智能布料

8.6.1 混凝土布料前应自动进行检测，确保混凝土坍落度控制在 160mm~180mm，入模温度不宜高于 30℃。

8.6.2 混凝土智能布料应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 7.5 规定的要求。

8.7 自动振捣

8.7.1 自动振捣设备上应装有附着式风动振动器，振动时长自动完成，保证混凝土与模板接触，不再有喷射状气泡、水泡产生，并能均匀起伏。

8.7.2 对于加入了纤维的混凝土，自动振捣搅拌时间应延长 30s~60s。

8.8 自动抹面收光

利用自动抹面收光设备进行初刮、粗抹、精收的表面自动抹面收光，使混凝土预制构件平整、无杂质与凹凸。

8.9 智能蒸养

8.9.1 预制构件混凝土表面二次收光后通过固定模台自动转运至蒸养区。智能蒸养应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 7.8 规定的要求。

8.9.2 蒸养区内应配备智能温湿度控制系统，对整个蒸养过程实现智能监测，全自动控制

蒸养的温湿度条件。

8.9.3 蒸养区湿度应维持在 90%左右，温度维持在 15℃~40℃之间，最高温度不能超过 50℃。

8.9.4 智能温湿度控制系统应实现均匀升降温，升温速度控制在 10℃/h，降温速度控制在 5℃/h。

8.10 自动拆除模板

8.10.1 当预制构件通过养生强度达到 70%时可拆模，应通过自动拆除模板设备将蒸养完成的预制构件产品从模具中分离出来。

8.10.2 拆模过程中不应破坏构件本体，应保证构件的完整，不得损坏。

8.10.3 自动拆除模板设备应能够自动适应不同规格产品的拆模功能。

8.11 智能检测与自动标识

8.11.1 预制构件的智能检测应符合 T/TMAC 012.1-2019 中 7.11 规定的要求。

8.11.2 智能检测设备应具备对多个不同产品同时进行检测的功能。

8.11.3 检测完毕后，对合格产品通过自动标识设备将预制构件永久标号和型号、厂家标识、生产日期、自检质量标识等信息喷涂在预制构件外侧面上。

8.12 智能喷淋养护

8.12.1 通过智能喷淋设备对养护存放区的预制构件进行喷淋养护，喷淋设备应能智能感知温湿度并自动控制喷淋，高温时段 30min 喷淋一次，常温时段 60min 喷淋一次，每次喷淋 3min。

8.12.2 第一次喷淋时，保证预制构件表面充分湿润，养护时间为 7 天，具体养护时间可根据混凝土试验强度而定（预制构件强度不小于设计强度的 90%）。

9 智能检测及质量控制

9.1 智能检测要求

智能检测要求应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 8.1 规定的要求。

9.2 成品质量缺陷

通过智能化生产的预制构件产品应杜绝出现外观质量缺陷，根据影响产品的结构性能和使用功能的程度，缺陷可分为如表 1 所示的 4 种形式。

表 1 质量缺陷形式

序号	缺陷形式	缺陷描述	一般缺陷	严重缺陷
1	露筋	预制构件钢筋外露出混凝土表层	除纵向受力筋外的钢筋外露	纵向受力筋外露
2	裂缝	产生从混凝土表面至内	除主要受力部位外的地	主要受力部位有影响结

		部的缝隙	方有影响结构性能或使用功能的裂缝	构性能或使用功能的裂缝
3	连接缺陷	预制构件连接处有混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接处有基本不影响结构性能的缺陷	连接处有影响结构性能的缺陷
4	外形缺陷	缺棱掉角、飞边凸肋、翘曲不平、棱角不直等	有不影响使用功能的外形缺陷	有影响使用功能的外形缺陷

9.3 质量保证措施

- 9.3.1 质量保证措施应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 8.2 规定的要求。
- 9.3.2 应通过原料质量把控、混凝土坍落度检查等措施保证拌和混凝土符合生产要求。
- 9.3.3 应通过 ERP 客户订单、MES 系统等生产出符合客户需求的定制化产品。

10 能效检测

装配式路面智能工厂的能效检测包括智能设备层、数据采集层、能效数据处理层、系统能效分析层，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 9.1—9.4 规定的要求。

11 网络与信息安全

装配式路面智能工厂的网络与信息安全包括风险评估技术、漏洞检测技术、网络监测技术、访问控制技术、其他安全要求，应符合 T/TMAC 012.1—2019 中 10.1—10.5 规定的要求。